

Д. Д. Айсина, Л. В. Струкова,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

СУХОЙ МЕТОД ОЧИСТКИ ВОЗДУХА ОТ ПЫЛИ

Protecting the environment from harmful emissions is one of the main problems of our time. The pollution of the atmosphere with solid substances has reached an alarming level. Many technological processes in the metallurgical, chemical, petrochemical industry, in a number of workshops of machine-building plants, and in many other industries are accompanied by a large amount of dust entering the atmospheric air. Dust is a persistent pollutant and tends to accumulate in the environment. It can have various effects on the human body: fibrogenic, toxic, irritating. Dust occupies one of the first places among the causes of occupational lung pathology, the most common of which are pneumoconiosis.

Для очистки воздуха от пылевых частиц различной степени дисперсности используют сухие, мокрые и электрические методы очистки. Рассмотрим особенности наиболее распространенного сухого метода очистки с помощью циклонов конструкции НИИОгаз.

Циклонные аппараты вследствие дешевизны и простоты устройства и эксплуатации, а также высокой производительности являются наиболее распространенным типом пылеулавливающего оборудования. К основным достоинствам циклонов относятся:

- отсутствие движущихся частей в аппарате;
- надежность работы при температурах газов вплоть до 500 °С (для работы при более высоких температурах циклоны изготавливают из специальных материалов);
- возможность улавливания абразивных материалов при защите внутренних поверхностей циклонов специальными покрытиями;
- улавливание пыли в сухом виде;
- простота изготовления;
- сохранение высокой фракционной эффективности очистки при увеличении запыленности газов.

Основными недостатками циклонов, ограничивающих область их применения, являются:

- высокое гидравлическое сопротивление (1250–1500 Па);

- плохое улавливание частиц размером менее 5 мкм;
- невозможность использования для очистки газов от липких загрязнений.

Принцип работы циклона заключается в том, что газ вращается внутри циклона, двигаясь сверху вниз, а затем движется вверх. Частицы пыли отбрасываются центробежной силой к стенке. Обычно в циклонах центробежное ускорение в несколько сотен, а то и тысячу раз больше ускорения силы тяжести, поэтому даже весьма маленькие частицы пыли не в состоянии следовать за газом, а под влиянием центробежной силы движутся к стенке. Процесс целесообразно вести при больших скоростях газа и небольших диаметрах циклонов. Однако увеличение скорости газа может привести к уносу пыли из циклона и резкому увеличению гидравлического сопротивления. Поэтому целесообразно увеличивать эффективность циклона за счет уменьшения диаметра аппарата, а не за счет роста скорости газов.

Циклоны в основном рекомендуется использовать перед высокоэффективными аппаратами пылеочистки (тканевыми и электрофильтрами). В ряде случаев циклоны обеспечивают эффективность очистки, достаточную для выброса газов или воздуха в атмосферу. Эффективность очистки газа в циклонах в основном определяется дисперсным составом и плотностью частиц улавливаемой пыли, а также вязкостью газа, зависящей от его температуры. При уменьшении диаметра циклона и повышении до определенного предела скорости газа в циклоне эффективность очистки возрастает. Поэтому, диаметры серийно выпускаемых циклонов не превышают 5 м.

Для очистки воздуха от слипающейся, волокнистой пыли в большинстве случаев используются циклоны конструкций НИИОгаз. Циклоны НИИОгаз предназначены для улавливания взвешенных твердых частиц из газов. Эффективность очистки циклонами зависит от их диаметра и типа. При увеличении диаметра циклона уменьшается эффективность очистки. Установки ЦН могут применяться для очистки газов в большом диапазоне объемов – от нескольких сотен кубометров в час до сотен тысяч кубометров в час.

К цилиндрическим циклонам относятся циклоны ЦН-11, ЦН-15, ЦН-15У и ЦН-24. Характерными особенностями аппаратов этой группы являются: наличие удлиненной цилиндрической части; угол наклона крышки и входного патрубка равен соответственно 11, 15 и 24 градуса и одинаковое отношение диаметра выхлопной трубы к диаметру циклона, равное 0,59. Циклон ЦН-15У (укороченный) отличается от циклона ЦН-15 меньшей высотой. При одинаковой эффективности наиболее высокие технико-экономические показатели имеют циклоны ЦН-11. Циклоны ЦН-15 отличаются большей производительностью, более устойчивой работой с пылью, склонной к налипанию, поэтому их эксплуатация оправдана при очистке газов с высокой концентрацией мелкой пыли или улавливании средне- и сильно слипающихся пылей. При невысоких требованиях к качеству очистки и для очистки газов со средним медианным диаметром частиц более 20 мкм экономически более рентабельным является использование циклонов ЦН-24. При больших расходах газов и высокой концентрации пыли в газовом потоке применение циклонов ЦН-24 может быть рекомендовано в качестве первой ступени очистки, перед аппаратами, обеспечивающими высокую эффективность, например, перед рукавными фильтрами или электрофильтрами.

Циклоны ЦН-15У имеют более низкие технико-экономические показатели по сравнению с циклоном ЦН-15. Их использование может быть оправдано в тех случаях, когда не предъявляются высокие требования к качеству очистки и имеются ограничения габаритов по высоте. К коническим циклонам относятся циклоны типа СДК-ЦН-33, СК-ЦН-34, СК-ЦН-40. Они отличаются удлиненной конической частью, спиральным входным патрубком в виде улитки и малым отношением диаметра выхлопной трубы к диаметру корпуса цилиндра равным 0,33, 0,34 и 0,40 соответственно. Для очистки газов от мелкой пыли, со средним медианным диаметром $5\div 6$ мкм, а также при высоких требованиях к качеству очистки следует использовать наиболее высокоэффективные спирально-длинноконические циклоны СДК-ЦН-33.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алиев, Г. М.-А. Техника пылеулавливания и очистки промышленных газов: справочное издание / Г. М.-А. Алиев. – М.: Металлургия, 1986. – 544 с.
2. Родионов, А. И. Техника защиты окружающей среды: учебник для ВУЗов / А. И. Родионов, В. Н. Клушин, Н. С. Торочешников. 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Химия, 1989. – 512 с.
3. Тимонин, А. С. Инженерно-экологический справочник / А. С. Тимонин. – Калуга: Изд-во Н. Бочкаревой, 2003. – Т. 1. – 917 с.